



1º Congresso Internacional de
Geologia de Timor-Leste

1st International Congress of
Geology of Timor-Leste

Programa | Livro de resumos
Program | Abstract book

Editor

Pedro Miguel Madureira Pimenta Nogueira | Universidade de Évora

Organização | Organization



Centro de Convenções de Dili | Mercado de Lama
Dili Convention Center | Mercado de Lama

16 a 20 de Janeiro de 2012
16th to 20th January, 2012

Coordenação Geral | General Coordination

Norberta COSTA (Coordenação Técnica)

Pedro NOGUEIRA (Coordenação Científica)

Comissão Científica | Scientific Committee

António Alexandre ARAÚJO (Universidade de Évora, Portugal)

Rui DIAS (Universidade de Évora, Portugal)

Luís LOPES (Universidade de Évora, Portugal)

Benjamim MARTINS (Universidade Nacional Timor Lorosa'e, Timor-Leste)

Francisco MONTEIRO (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Pedro NOGUEIRA (Universidade de Évora, Portugal)

Domingos RODRIGUES (Universidade da Madeira, Portugal)

Comissão Organizadora | Organizing Committee

Joaquim AMARAL (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Lúcia CORREIA (Universidade Nacional Timor Lorosa'e, Timor-Leste)

Norberta COSTA (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Brizildo FERREIRA (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Elda GUTERRES (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Rosa HANJAN (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Gabriel SÁ (Universidade Nacional Timor Lorosa'e, Timor-Leste)

Carlos SOARES (Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste)

Funcionários da Secretaria de Estado dos Recursos Naturais, Timor-Leste

The importance of geological mapping for the development of a Country

A importância da cartografia geológica para o desenvolvimento de um Território

Alexandre Araújo, Pedro Madureira

Departamento de Geociências, Centro de Geofísica de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora

aaaraujo@uevora.pt; pedro@uevora.pt

RESUMO

Um pouco de História

Com a Revolução Industrial iniciada em Inglaterra em meados do século XVIII, a cartografia geológica tornou-se uma necessidade básica das nações em desenvolvimento no sentido de responder a uma crescente procura de recursos minerais metálicos e energéticos. Há uma disputa histórica entre a França e a Inglaterra, sobre quais terão sido os primeiros Serviços Geológicos a nível mundial. A carta geológica de França nasceu em meados do Século XVIII. Jean Étienne Guettard (1715-1786) realizou um primeiro esboço da carta geológica de França, denominada *Mémoire et carte minéralogique sur la nature des terrains qui traversent la France et l'Angleterre*. Este trabalho foi publicado nas *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* em 1746. Segundo alguns historiadores o mais antigo de todos os serviços geológicos seria o de França, que começou rudimentarmente em 1825 visando a *Carte Géologique de la France*. Os britânicos reivindicam a criação dos primeiros serviços geológicos organizados como tal a nível mundial. Fundado em 1835, o *British Geological Survey (BGS)* é o centro mais importante referente a informações e *expertise* sobre as Ciências da Terra no Reino Unido, País onde nasceu a Revolução Industrial.

A necessidade de recolha e sistematização de informação sobre os recursos geológicos generaliza-se rapidamente e nos anos seguintes começam a organizar-se as estruturas que deram origem aos Serviços Geológicos da Alemanha (1839), do Canadá (1842), de Portugal (Comissão Geológica, em 1848), da Noruega (1858), dos Estados Unidos da América (1879), da Rússia (1882), da Finlândia (1885), etc.

No que se refere a Portugal, as primeiras cartas geológicas, bastante deficientes, complementavam estudos mineiros ou regionais. Em 1841 o geólogo inglês Daniel Sharpe, num estudo intitulado “the geology of neighbourhood of Lisbon”, acompanha este trabalho com a primeira carta dos arredores de Lisboa. Em 1848 José Rebelo de Andrade, apercebendo-se da importância da relação “qualidade dos solos – qualidade do Vinho do Porto”, apresenta no seu estudo do “Distrito vinhateiro do Alto Douro”, um esboço geológico daquela região. A primeira carta geológica de Portugal Continental, cobrindo todo o território, foi publicada em 1876, na escala 1/500.000.

Simultaneamente vão surgindo Serviços Geológicos em colónias ultramarinas, em particular inglesas (Índia em 1851, nas províncias australianas de Victoria em 1852, em Queensland, 1868, na Nova Gália do Sul, 1875, na Austrália do Sul, 1882, na Tasmânia, 1883 e na Austrália Ocidental, 1888).

Quanto a Timor Leste, parece que o primeiro geólogo que esteve nesta colónia portuguesa foi o suíço H. Hirschi, em 1904. Dispondo de pouco tempo, realizou apenas duas travessias da ilha, identificando largas regiões com formações de idades pérmica, triásica e jurássica.

Durante o século XX a Geologia de Timor foi sendo pouco a pouco conhecida, principalmente com base em trabalhos de prospecção petrolífera, sendo de assinalar os estudos realizados pela Timor Oil Company. Os traços gerais da Geologia de Timor-Leste foram estabelecidos com base em trabalhos de campo realizados nas décadas de 50 e 60, merecendo referência particular os trabalhos de síntese de Audley-Charles (1968) e de Azeredo Leme (1968). Após a ocupação por parte da Indonésia (1975) e até à independência (2002), foram principalmente realizados trabalhos de gabinete e laboratório que reinterpretem os estudos anteriores. Só recentemente foi possível voltar a efectuar-se trabalho de campo com segurança.

O que é uma Carta Geológica?

Uma carta ou mapa geológico é um documento científico e técnico onde se sintetiza, sobre um fundo topográfico adequado, informação relativa aos materiais rochosos que ocorrem na região abrangida pela carta e aos fenómenos geológicos que afectaram esses materiais. Trata-se de uma representação numa superfície plana, da geologia de superfície, incluindo por vezes dados de subsuperfície ou subsolo. A informação contida numa carta geológica inclui a natureza e a distribuição das diferentes rochas à superfície e em profundidade, a posição, forma e idade dessas formações geológicas, a sua geometria e deformação resultante da tectónica, a ocorrência de mineralizações, localização de poços, nascentes naturais, sondagens, pedreiras, jazidas fossilíferas, estações arqueológicas. Toda esta informação é traduzida por cores e símbolos que aparecem na legenda da carta e resultam de uma síntese dos resultados de estudos de campo, investigação laboratorial (análises químicas, petrográficas, paleontológicas), observação de fotografias aéreas e/ou de satélite e de consulta bibliográfica.

Algumas cartas mais recentes incluem colunas estratigráficas e cortes geológicos destinados a facilitar a sua leitura e geralmente são acompanhadas por uma notícia

explicativa onde se fornece informação complementar que a carta não permite suportar. Muitas vezes é útil recorrer a cartas temáticas mais específicas e, além da carta geológica geral, uma determinada região pode também estar coberta por uma carta hidrogeológica, geotécnica, mineira, tectónica, geoquímica, pedológica, geomagnética, radiométrica, gravimétrica, etc.

Como se faz uma carta geológica?

O termo levantamento geológico designa genericamente as actividades e operações de cartografia geológica incluindo por vezes levantamentos geofísicos, geoquímicos, hidrogeológicos, necessários à construção de uma carta geológica. O objectivo básico é estabelecer a natureza, a forma tridimensional, a posição espacial, a origem, a idade, a evolução, e a importância regional ou global dos corpos rochosos presentes na área a cartografar.

Os mapas geológicos resultantes de um levantamento geológico podem ser construídos em várias escalas e serem mais ou menos temáticos, em função da geologia e do tipo de interesse colocado na região em estudo. A metodologia e os meios usados num levantamento podem variar muito em função da escala e dos objectivos a atingir mas a cartografia de base de um país pode ser feita sem necessidade de equipamentos ou meios muito sofisticados.

Para a produção de mapas geológicos são necessários:

1. Viaturas todo-o-terreno e equipamento portátil para trabalho de campo (GPS, martelos, bússolas, lupas, material de escrita);
2. Cartas topográficas, de preferência em várias escalas, levantadas por topografia convencional e/ou por técnicas de detecção remota;
3. Laboratórios e gabinetes que permitam a realização de estudos complementares e a transposição regular dos dados colhidos no campo para cartas e bases de dados em formato digital. Em termos de equipamento laboratorial, é necessário dispor de computadores, de lupas binoculares, de meios para a preparação de lâminas delgadas e de microscópios petrográficos para o estudo dessas lâminas (mineralógicos, petrográficos, petrológicos, sedimentológicos, micropaleontológicos, etc.). Outro tipo de estudos, envolvendo por exemplo análises geoquímicas pode, numa primeira fase, não justificar o investimento e ser encomendado a laboratórios internacionais.
4. Geólogos devidamente treinados. A cartografia geológica implica uma abordagem holística e portanto um domínio de disciplinas da Geologia como a petrografia, petrologia, paleontologia, estratigrafia, geologia estrutural, geomorfologia, fotointerpretação, sedimentologia, geofísica, pedologia, geoquímica, metalogenia, geocronologia, etc.

Para que servem as Cartas Geológicas?

A cartografia geológica permite obter o conhecimento racional dos bens minerais e a

sua importância em termos de riqueza para um país, pois directa ou indirectamente tudo o que se consome tem a sua origem ou depende de derivados de produtos minerais.

Do que se come, passando pelo uso de produtos de higiene e limpeza, aos materiais de construção e até aos utensílios de uma casa, dos aparelhos eléctricos mais simples aos equipamentos electrónicos, quase tudo tem na origem produtos minerais.

As cartas geológicas, mostrando-nos a composição e estrutura do subsolo, são documentos fundamentais para:

Prospecção e exploração de jazigos minerais metálicos e de matérias primas não metálicas (areia, argila, brita, rochas ornamentais, etc.);

Prospecção e exploração de fontes de energia (petróleo, gás natural, carvão, energia geotérmica);

Planeamento e escolha de locais mais apropriados para a implantação de grandes obras de engenharia (portos, aeroportos, pontes, barragens, etc.);

Prospecção, exploração e abastecimento de águas às populações;

Planeamento de áreas agrícolas e uso de minerais como fertilizantes ou correctivos de solos;

Planeamento da ocupação do solo, preservação do ambiente;

Prevenção de catástrofes naturais (cheias, deslizamentos de massa, sismos);

As cartas geológicas são, portanto, documentos indispensáveis a um bom planeamento, ordenamento e gestão do território.

Que estratégia para Timor Leste?

Um conhecimento fragmentado, incompleto dos recursos geológicos de um País, suportado apenas por mapas de pequena escala ou por relatórios pontuais de empresas extractivas que actuaram no passado em áreas restritas do território, representa uma forte debilidade para uma nação independente.

Os levantamentos geológicos de base, dadas as suas múltiplas aplicações, devem cobrir todo o território e ser abrangentes nos vários domínios da Geologia e mesmo das ciências naturais em geral. Uma boa cartografia geológica pode inclusivamente ser uma importante ferramenta mesmo na área das políticas sociais.

A cartografia geológica de base de um País representa um investimento relativamente elevado e não tem um retorno directo imediato. Esta é uma tarefa que tem que ser executada pelo Estado. As investigações técnico-científicas referentes ao conhecimento geológico do planeta, na maioria dos países adiantados e emergentes, têm sido executadas, de modo programado e sistemático pelos estados, através dos seus serviços geológicos. Historicamente, estas instituições governamentais têm desempenhado o papel de recolha, análise, armazenamento e divulgação da informação geológica.

A diminuição dos riscos nos investimentos em exploração mineral é função directa do nível de informação geológica de uma dada região. Assim, um Estado que conhece bem a Geologia do seu território está em boas condições para negociar concessões de

prospecção ou exploração com qualquer indústria extractiva, retirando daí vantagens económicas.

Este deve ser o caminho que Timor-Leste deve seguir. A Cartografia Geológica existente à escala 1/500.000 tem algumas incorrecções mas é sem dúvida um excelente ponto de partida para a planificação de um programa de Cartografia Geológica à escala 1/50.000, que venha a cobrir todo o território.

Apesar de implicar meios muito mais dispendiosos e sofisticados, em países costeiros como é o caso de Timor, a cartografia geológica e geofísica deve ser também estendida ao domínio imerso de modo a permitir averiguar sobre a possibilidade de extensão da plataforma continental ao abrigo do artigo 76º da convenção das Nações Unidas sobre o direito do mar. De igual modo, a cartografia da plataforma continental imersa permite identificar a ocorrência de depósitos minerais que podem vir a afirmar-se como um importante recurso natural. No caso de Timor Leste, não serão apenas os hidrocarbonetos, mas também os agregados siliciclásticos e as areias carbonatadas, bem como a existência de um ambiente geodinâmico favorável à ocorrência de depósitos de sulfuretos maciços (cobre, zinco e ouro) já largamente identificados noutras áreas marginais do Pacífico Sul.

Bibliografia

- Audley-Charles, M. G., 1968. The Geology of Portuguese Timor. Mem. Geol. Soc. London 4, 1–76.
- Ladeira, E., 2009. PRODUTO 04 ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA DO BRASIL, Relatório Técnico 10 Informação Geológica do Brasil, PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA, 110 pp.
- Leme, A., 1968. Breve ensaio sobre a geologia da província de Timor. Curso sobre a geologia do ultramar. Junta de Investigações do Ultramar. Volume 1, pp. 106-161.
- Nogueira, P., 2010. Geologia de Timor-Leste: Uma breve introdução histórico-bibliográfica, X Congresso Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa/XVI Semana Geoquímica, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto 8 pp.
- Rebelo, J. A., 1999. As Cartas Geológicas ao serviço do desenvolvimento. Publicação integrada nas Comemorações dos 150 anos da criação da I Comissão Geológica, Instituto Geológico e Mineiro, 56 pp.

ABSTRACT

A piece of history

From the Industrial Revolution, began in England in the mid-eighteenth century, the geological mapping has become a basic necessity of the developing nations in order to meet a growing demand for the metallic minerals and energy resources. There is a historical dispute between France and England, about which belong the first Geological Surveys in the world. The geological map of France was born in the mid-eighteenth century. Guettard, Jean Etienne (1715-1786) carried out a first sketch of the geological map of France, called «*Mémoire et carte minéralogique sur la nature des terrains qui traversent la France et l'Angleterre*». This work was published on the *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* in 1746. According to some historians the oldest of all geological surveys should be the French ones, which rudimentary began in 1825 with the aim of preparing the *Carte Géologique de la France*. The British people claim for the establishment of the first geological surveys worldwide, organized to that purpose. Founded in 1835, the British Geological Survey (BGS) is the most important center concerning information and expertise of the Earth Sciences in the United Kingdom, country where the Industrial Revolution was born.

The need of the nations on collecting and systematizing information about geological resources quickly generalizes worldwide and thereafter begin to organize structures which create the Geological Survey of Germany (1839), Canada (1842), Portugal (*Comissão Geológica*, in 1848), Norway (1858), United States of America (1879), Russia (1882), Finland (1885).

In what concerns Portugal, the first geological maps, generally quite poor, resulted from mining and regional studies. In 1841 the English geologist Daniel Sharpe, in a study entitled "Geology of the neighborhood of Lisbon," presents the first map of the surrounding region of this city. In 1848 José Rebelo de Andrade, realizing the importance of the relationship "soil quality - quality of Port wine," presents a geological sketch in his study "District of the Upper Douro Vineyard". The first geological map of Portugal, covering the entire territory, was published in 1876, on the scale 1/500.000.

Simultaneously arise in the colonies Geological Surveys, in particular in the British colonies (India in 1851, the Australian provinces of Victoria in 1852, Queensland, 1868, in New South Gaul, 1875, in South Australia, 1882, Tasmania, 1883 and Western Australia, 1888).

With regard to East Timor, it seems that H. Hirsch, from Switzerland, was the first geologist being in this Portuguese colony, in 1904. Without much time to work, H. Hirsch only made two crossings on the island, identifying large regions with formations of Permian, Triassic and Jurassic age.

During the twentieth century the geology of Timor was progressively known, mainly based on oil prospecting work. The studies conducted by Timor Oil Company were particularly relevant. The general features of the geology of East Timor were

established based on the field work conducted in the years 50 and 60. It deserves particular mention the works conducted by Audley-Charles (1968) and Azeredo Leme (1968). After the occupation by Indonesia (1975) and until independence (2002), the work done was mainly re-interpretations, in office and laboratory, of data published in previous works. Only recently it was possible to carry out field work in relative safety.

What is a Geological map?

A geologic map or chart is a scientific and technical document which summarizes, on a suitable topographic background, information on rock materials occurring in the region covered by the map and the geological phenomena affecting these materials. It is a bi dimensional representation of the outcrops geology on a plan surface, including sometimes, subsurface data. In a geological map the information includes the nature and distribution of different rocks at surface and at depth, position, shape and age of these formations and their geometry resulting from tectonic deformation, the occurrence of mineralization, location of wells, natural springs, quarries, fossiliferous deposits, archaeological sites. All this information is represented by colors and symbols that appear in the legend of the map and represents a synthesis of the results of field studies, laboratory investigations (chemical, petrographic, paleontological), observation of aerial photographs and/or satellite images and bibliographic research. Some recent maps include stratigraphic columns and geological sections in order to facilitate the reading and they are usually accompanied by an explanatory report with additional information not included on the map. It is often useful to use more specific thematic maps, so in addition to the general geological map, a particular region may also be covered by thematic maps, such as hydrogeological, geotechnical, mining, tectonic, geochemical, pedological, geomagnetic, radiometric, gravity.

How to make a geological map?

The field work related to geological mapping, includes sometimes geophysical, geochemical and hydrogeological studies, necessary to construct a geological map. The basic objective is to establish the nature, three-dimensional form, position in space, genesis, age, evolution, and regional or global importance of the rocky bodies in the mapped area.

Geologic maps can be constructed on various scales and they are more or less thematic, depending on the geology and the type of interest on the region under study. The methodology and facilities used in the preparation of a map can greatly vary, depending on the scale and the objectives to be achieved but the basic geological maps of a country can be done without too much sophisticated equipment.

For the production of geological maps we need:

1. Four-wheel-drive vehicles and portable equipment for field work (GPS, hammers, compasses, magnifying glasses, writing materials);

2. Topographical maps, preferably at various scales, made by conventional methods and/or remote sensing techniques;
3. Laboratories and offices properly prepared for complementary studies and for making the regular transposition of the data collected in the field to maps and databases in digital format. In what concerns laboratory equipment, it is necessary to have computers, binocular loupes, equipment for the preparation of thin sections and petrographic microscopes for the study of the thin sections (mineralogical, petrographic, petrological, sedimentological, micropalaeontological, studies). Other studies as geochemical analysis, don't justify the investment and they can be ordered at international laboratories.
4. Trained Geologists. The geological mapping involves a holistic approach and therefore a knowledge of many disciplines of geology, such as petrography, petrology, paleontology, stratigraphy, structural geology, geomorphology, photo interpretation, sedimentology, geophysics, pedology, geochemistry, metalogenetic process, geochronology.

What is the utility of a geological map?

The geological mapping allows for the rational knowledge of minerals and their importance in terms of the wealth of a country. Almost all the features that we usually consume have a direct or indirect origin in products derived from minerals. From what we eat, to the use of cleaning or hygiene products, and also building materials, and home tools, or from a simplest electrical machine to an electronic equipment, almost everything have mineral products as their source.

The geological maps, showing us the composition and structure of the subsoil, are key documents to:

Exploration and exploitation of deposits of metallic minerals and non-metallic raw materials (sand, clay, gravel, ornamental rocks);

Exploration and exploitation of energy sources (oil, natural gas, coal, geothermal);

Planning and choosing appropriate locations for the implementation of large engineering projects (ports, airports, bridges, dams);

Prospecting, exploration and water supply to population;

Planning of agricultural areas and use of minerals as fertilizers or soil improvers;

Planning of land use, environmental preservation;

Prevention of natural hazards (floods, landslides, earthquakes);

The geological maps are, therefore, essential documents to good planning and territorial management.

What strategy for East Timor?

A fragmented and incomplete knowledge of the geological resources of the country, only supported by small-scale maps or occasional reports from extractive companies operating in the past in restricted areas of the territory, represents a strong weakness for an independent nation.

The basic geological mapping, given its multiple applications, should cover the entire territory and should be comprehensive in the various fields of geology and even in the domain of natural sciences in general. A good geological mapping can even be an important tool in the area of social policy.

The basic geological mapping of a country represents a relatively high investment and has no direct immediate return. This is a task that must be carried out by the government. The technical and scientific investigations related to the geological knowledge of the planet, in the most advanced and emerging countries, have been implemented and planned in a systematic way, by the governments, through their geological surveys. Historically, these governmental institutions have played the role of collection, storage and dissemination of geological information.

The reduction of the risk on the investments in mineral exploration is a direct function of the level of geological information from a given region. So, a government who knows the geology of its territory has the expertise to negotiate concessions for exploration or exploitation of any extractive industry, with economic advantages. This must be the way that East Timor should follow. The existing geological maps at 1/500.000 scale, have some errors but they are certainly an excellent starting point for planning a program for a geological mapping at 1/50.000 scale, which should cover the entire territory.

Although the necessity of much more expensive and sophisticated resources, in coastal countries such as Timor, the geological mapping and geophysical surveys should also be extended to the immersed domain to ascertain the possible extension of the continental shelf following the article 76 of the United Nations Convention on the Law of the Sea. Similarly, the mapping of the immersed continental shelf can identify the occurrence of mineral deposits that may assert itself as an important natural resource. In the case of East Timor, not only the oil and gas, but also siliciclastic aggregates and lime, as well as the existence of a geodynamic conditions favorable to the occurrence of massive sulphide deposits (copper, zinc and gold) already widely identified in other marginal areas in the South Pacific Ocean.

References

Audley-Charles, M. G., 1968. The Geology of Portuguese Timor. Mem. Geol. Soc. London 4, 1–76.

- Ladeira, E., 2009. PRODUTO 04 ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA DO BRASIL, Relatório Técnico 10 Informação Geológica do Brasil, PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA, 110 pp.
- Leme, A., 1968. Breve ensaio sobre a geologia da província de Timor. Curso sobre a geologia do ultramar. Junta de Investigações do Ultramar. Volume 1, pp. 106-161.
- Nogueira, P., 2010. Geologia de Timor-Leste: Uma breve introdução histórico-bibliográfica, X Congresso Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa/XVI Semana Geoquímica, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto 8 pp.
- Rebelo, J. A., 1999. As Cartas Geológicas ao serviço do desenvolvimento. Publicação integrada nas Comemorações dos 150 anos da criação da I Comissão Geológica, Instituto Geológico e Mineiro, 56 pp.